石川県沿岸における海象変動と気象変動との関係に関する基礎的研究

金沢大学大学院　学生会員　上田恭平
金沢大学理工研究域　正会員　由比政年　石田啓

１．はじめに

海浜変形は波浪による海底砂の移動により生じるため，自然外力としての波について考え，海岸地形の変化と波候の変動の関係を明らかにする必要がある．そのため，海浜地形の経年変動を理解あるいは予測する上で，波候の経年変動を解析することが重要となってくる．一般に，波は風によって起こる現象であり，波候の変動は何らかの気象要因と関係していると考えられる．その気象要因としては台風や低気圧，季節風，気温など各種考えられるが，本研究では寒波を表す指標として高層の気温（磯崎，2006）に着目して波候の解析を行う．

本研究では，季節変動および 10 年程度のスケールに着目し，石川県沿岸を対象に解析を行う．研究の手順として，はじめに波候（月別エネルギー平均波高）の経年変動を解析し，次に気象特性（月別の平均高層気温）の経年変動を解析する．この 2 つの結果から，気象特性と波浪の関係を推定・モデル化することを試みる．

２．観測データ

波浪観測データとして，ナウファス（NOWPHAS）システムで取得した金沢港における有義波高データを用いた．また，このデータに基づいて 1 ヶ月単位でエネルギー平均波高を計算し代表波として用いた．欠測の場合は，輪島および徳光観測所の値から重回帰式により推定した．気象観測データは気象庁の気象統計情報（http://www.jma.go.jp/jma/index.html）から取得した．本研究では 1988 年～現在までの輪島市上空 500hPa 高度における高層気温のデータを用いて波浪との相関解析を行った．ただし，欠測があった場合および観測が行われていなかった年代では NCEP/NCAR 再解析データを用いた．

３．解析結果

日本海側の波候の特徴として，季節変動が顕著に現れる（図 1）．春から夏にかけて（4 月頃から 8・9 月頃まで）0.5～1m程度の低い波高となる．一方，秋から冬季すなわち 10 月頃から 1 月頃にかけて波高が 2～2.5 m程度まで高くなる．高層気温の特徴は，波高とおよそ逆相関の形をとり，夏季に高く冬季で低い．4 月頃から 8 月頃にかけて-5 度程度となり，8 月の終わり頃から 1 月頃にかけて気温は-30 度近くまで低下する．

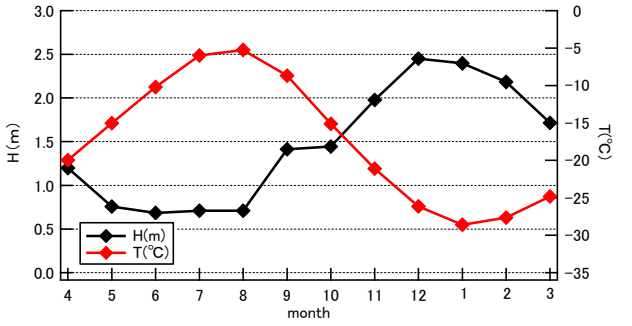

図 1　波高と気温の変化（1988 年～2006 年までの平均値）

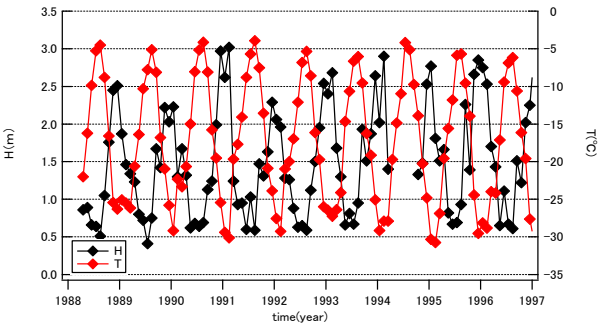

図 2　エネルギー平均波高と高層気温の経年変化

1988 年度から 1996 年度までの月別エネルギー平均波高と輪島上空 500hPa 高度における気温の経年変化を図 2 に示す．図 2 より，気温とエネルギー平均波高の関係はおおむね逆相関となっている．冬季気温のピーク値が比較的高い年（例えば 1989 年）に，エネルギー平均波高のピーク値が低下する傾向も見受けられる．

気温とエネルギー平均波高の相関をとり，両者の関係性について検討したところ，高層気温が低いほど波高が高くなる傾向にあるが，その関係は非線形的であることがわかった．また，4 月から 9 月，10 月から 3 月に

分けて 2 次式の近似による相関係数を求めたところ，弱い相関を示す結果となったため，9 月から 12 月および 1 月から 8 月という形で区分した上で，同様の解析を行った．その結果，相関係数がそれぞれ，0.75，0.84 程度で，2 次曲線により両者の関係を近似することができた(図 3)．これらの結果を用いて，回帰によるエネルギー平均波高を高層気温から算出し，実測値との比較を行った（図 4)．検討の結果，概ね実測値の定性的変化傾向を再現している．しかし，波が高くなる冬季に，推定誤差が大きくなっていることもわかった．

続いて，回帰式を用いて 1948 年から 1987 年までの 40 年分のエネルギー平均波高を推定した．ただし，高層気温のデータには NCEP/NCAR 再解析データを用いた．その結果の一部を図 5 に示す．図 5 より，1963 年の 1 月に平均波高 3mを越える月が見られる．この年は三八豪雪が発生した年である．また，1974 年 1 月と 1981 年 1 月にも 3m近い波の発生が推定された．1981 年は五六豪雪と呼ばれる雪害が発生した年である．どちらの豪雪も強い冬型の気圧配置が続いたことが原因とされており，例年より低い温度を記録している．観測結果と合わせると，過去 60 年程度において，最も波浪が高かったのは 1963 年 1 月で，エネルギー平均波高は 3.3m 程度に達したと推定される．

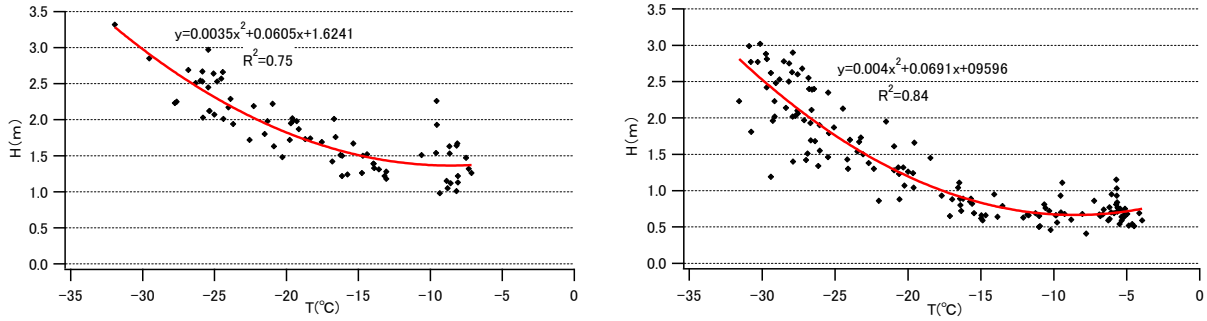

図 3　波高と高層気温の相関（左：9 月～12 月，右：1 月～8 月）

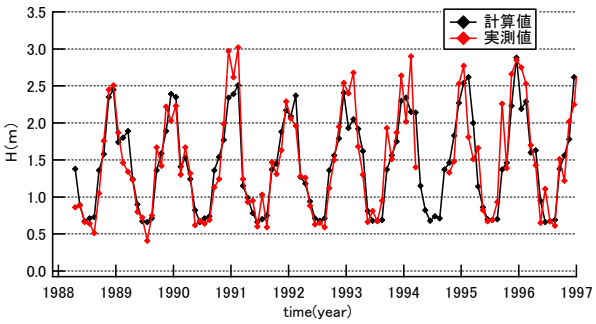

図 4　実測値と計算値の比較

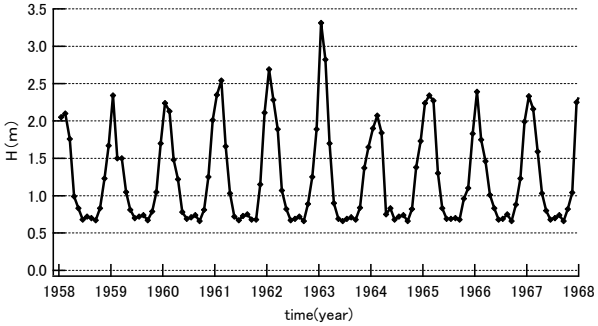

図 5　過去のエネルギー平均波高の推定

4．終わりに

本研究では，石川県沿岸における波候特性の把握および気象データを用いた波候変動のモデル化を目的に，輪島上空の気温と金沢港におけるエネルギー平均波高について検討を行った．気象要因として 500hPa 高度における気温を用いて，エネルギー平均波高との相関を検討し，簡易的な波候変動のモデル化を試みた．簡易モデルは実測値を定性的に再現することができたが，平均値からの変動が激しい年に関しては精度良く予測できる場合，できない場合の両方が認められた．今後は別の地点におけるデータを用いた検討や，高層気温に加え別の気象要因（気圧傾度など）を抽出し，波候にどのような影響を与えているのかの検討を行っていく予定である．

謝辞

本研究で使用した波浪データを提供していただいた金沢港湾・空港整備事務所に謝意を表します．

参考文献

1)　磯崎一郎（2006）：波浪学の ABC，成山堂，pp. 84-87.